УДК 620.179.155

НЕЙТРОННЫЕ ПРИБОРЫ И ДАТЧИКИ ДЛЯ ЭКСПРЕССНОГО НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ МАТЕРИАЛОВ, ИЗДЕЛИЙ И ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Ю.А. Волченко

В работе описаны нейтронные приборы и датчики для экспрессного неразрушающего контроля материалов, изделий и параметров технологических процессов, созданные в отделе радиационных методов контроля НИИ интроскопии (Россия, г. Томск). Приведены основные технические характеристики и фотографии нейтронных приборов и датчиков.

Отдел нейтронных методов контроля был создан в НИИ интроскопии в 1968 г. и до 1990 г. занимался исключительно применением нейтронного излучения для решения различных оригинальных задач неразрушающего контроля. В связи с усложнением практических задач неразрушающего контроля, особенно в области контроля параметров технологических процессов, и необходимостью комплексирования различных методов для решения таких задач в 1990 г. отдел нейтронных методов контроля был преобразован в отдел радиационных методов контроля.

Теоретические и экспериментальные исследования, выполненные в период с 1968 по 1980 гг. позволили создать ряд оригинальных нейтронных радиометрических дефектоскопов, основные технические характеристики которых приведены ниже [1].

Нейтронный радиометрический дефектоскоп-толщиномер для контроля Pb, W и их сплавов.

Материал .... Pb, W и т.п.
Толщина изделий, мм 300
Скорость контроля, м/мин 2
Минимальное измеряемое изменение толщины, % 3
Вероятность обнаружения, % ... 95
Выход источника нейтронов, нейтр./с .... не более $2 \cdot 10^7$

Нейтронный радиометрический дефектоскоп для контроля сварных соединений толщиной свыше 400 мм.

Материал .... сталь
Толщина, мм .... 400...600
Минимальный измеряемый дефект . сфера диаметром 2 % толщины
Вероятность обнаружения, % 95
Скорость контроля, м/ч .... 1...3

Установка для контроля параметров легкого материала в стальных сосудах.

Объект контроля .... легкие материалы плотностью до 2 г/см^3
Толщина объекта контроля, мм .. до 300
Толщина стальной оболочки, мм . до 200
Скорость измерения параметров легкого материала, мм/с .... до 3
Зона контроля, см^2 .... не менее 5
Минимальное измеряемое изменение толщины, % .... не менее 5

Дальнейшее развитие теоретических и экспериментальных исследований переноса нейтронов в объектах, геометрические размеры которых сравнимы с длиной свободного пробега нейтронов ис-

точника в материале объекта и комплексирование нейтронного метода с другими методами контроля привело к созданию ряда приборов и контрольно-измерительных комплексов, не имеющих аналогов как в России, так и за ее пределами [2-5].

Нейтронный обнаружитель мест закупорки технологических трубопроводов НО403Т.

Обеспечивает обнаружение мест закупорки технологических трубопроводов различного диаметра и позволяет оценить толщину отложений практически любых технологических веществ при скорости контроля до 1 км/ч.

Температура окружающей среды, °С ...-20...+30

Нейтронный толщиномер НГ10Т.

Измеряет толщину стальных стенок трубопроводов и резервуаров диаметром свыше 100 мм со средней относительной погрешностью 5 % при толщине стенок до 35 мм. Контроль проводится как на незаполненных трубопроводах, так и на заполненных трубопроводах, бесконтактно, без нарушения целостности защитных покрытий.

Температура окружающей среды, °С ...-20...+30

Нейтронные поисковые приборы "Сверчок - 1, 2".

Обнаруживают водосодержащие вещества, в том числе взрывчатые и наркотические, за обшивкой и в полостях транспортных средств, в контейнерах, в трубопроводах и т.д.

Минимальная масса вещества,

обнаруживаемая
за стальной обшивкой до 3 мм, г . 100

Площадь датчика, мм 150x100

Масса измерительного зонда, кг . . не более 1,6

Масса снаряженного прибора, кг . не более 7,6

Ресурс непрерывной работы, ч . . . . не менее 30

Общие виды приборов НО403Т, ТН-4 и "Сверчок 1, 2" показаны на рис. 1-3.

Нейтронные влагомеры проб сыпучих и пластических материалов НИ10ВШ, НИ10ВА, НИ20ВБ.

Объем пробы, дм³ . . . . 0,5...2

Диапазон измерения влажности, % 1...100

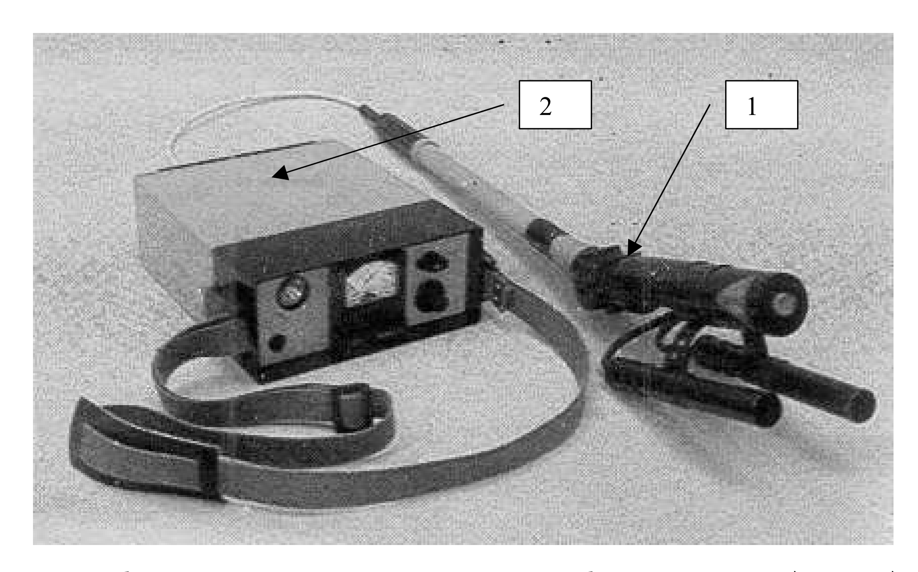


Рис. 1. *Нейтронный обнаружитель мест закупорки технологических трубопроводов НО403Т: 1) датчик; 2) пульт*

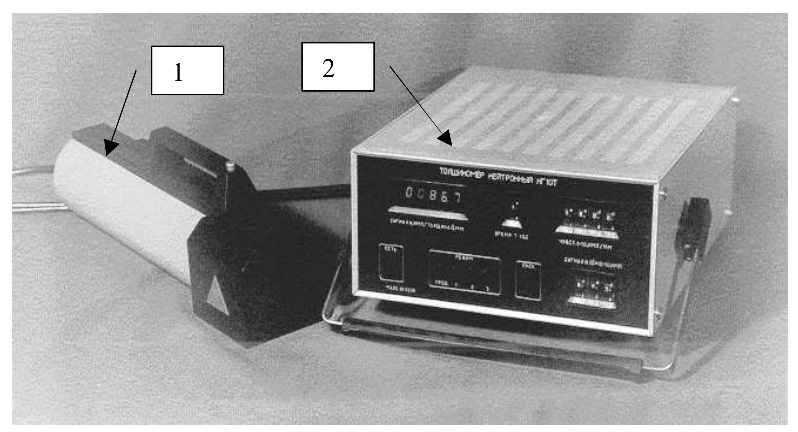


Рис. 2. *Нейтронный толщиномер НГ10Т: 1) датчик; 2) пульт*

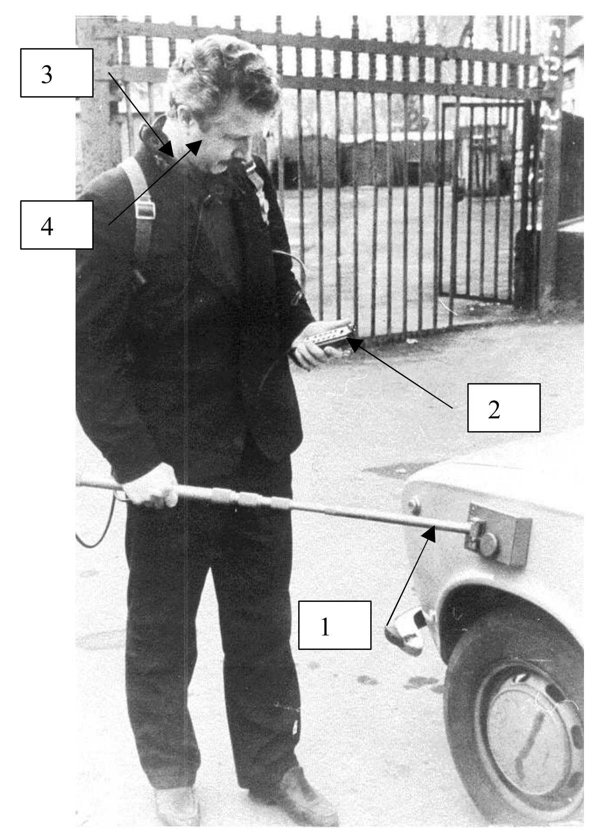


Рис. 3. *Нейтронный поисковый прибор "Сверчок - 2": 1) датчик; 2) пульт; 3) аккумуляторный источник питания; 4) телефоны*

Основная погрешность (абсолютная), % 0,25

Время на анализ одной пробы, мин . не более 10

Масса влагомера, кг . . . . не более 40

Анализатор керна нефтеносных коллекторов АНКР-2М.

Обеспечивает анализ керна непосредственно на буровой, чем исключается потеря информации за счет испарения из керна при перевозках и хранении легких фракций нефти. Повышает производительность анализа керна более чем в 100 раз. Делает ненужной перевозку больших партий керна в базовые лаборатории.

Диаметр анализируемого керна, мм . . . . 60...100

Высота анализируемого керна, мм . . . . 100...150

Минерализация пластовой воды, г/л . . . . 10...200

Диапазон измерения суммарного количества нефти и пластовой воды, % . . . . 10...40

Основная погрешность (абсолютная), % 0,5

Диапазон измерения количества пластовой воды, % . . . . 10...40

Основная погрешность (абсолютная), % 1,0

Диапазон измерения плотности керна, г/см^3 . . . . 1,8...3,0

Основная погрешность, г/см^3 0,01

Диапазон определения коэффициента пористости керна, % . . . . 0...40

Основная погрешность, %. 1,12

Диапазон измерения минерализации пробы воды, г/л . . . . 10...200

Основная погрешность, г/л 1,5

Время на анализ одного керна, мин . . . . не более 20

Выход источника нейтронов (252-калифорний), нейтр./с . . . . . не более 10^6

Активность источника гамма-квантов (137-цезий), Бк . . . . не более $6{\cdot}10^6$

Масса анализатора, кг:

измерительного блока . . . . не более 30

пульта . . . . не более 8

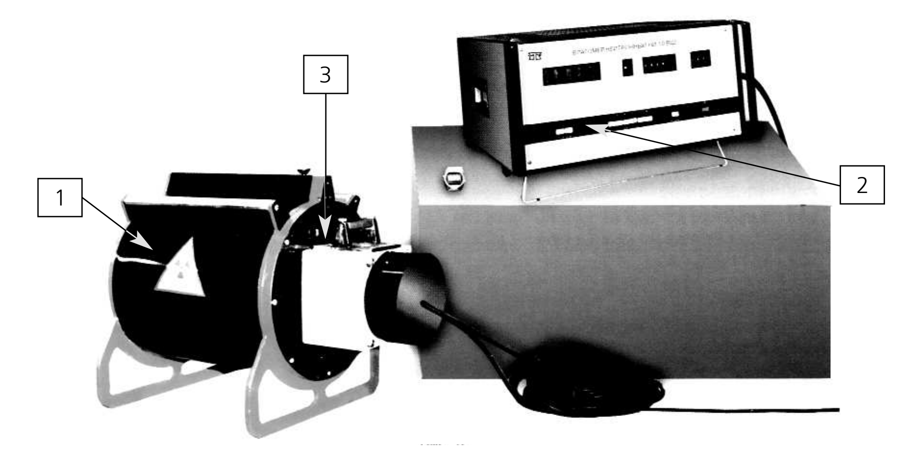


Рис. 4. *Общий вид нейтронных влагомеров проб сыпучих и пластических неорганических материалов НИ10ВШ, НИ10ВА, НИ20ВБ: 1) измерительный блок; 2) пульт; 3) контейнер с пробой*

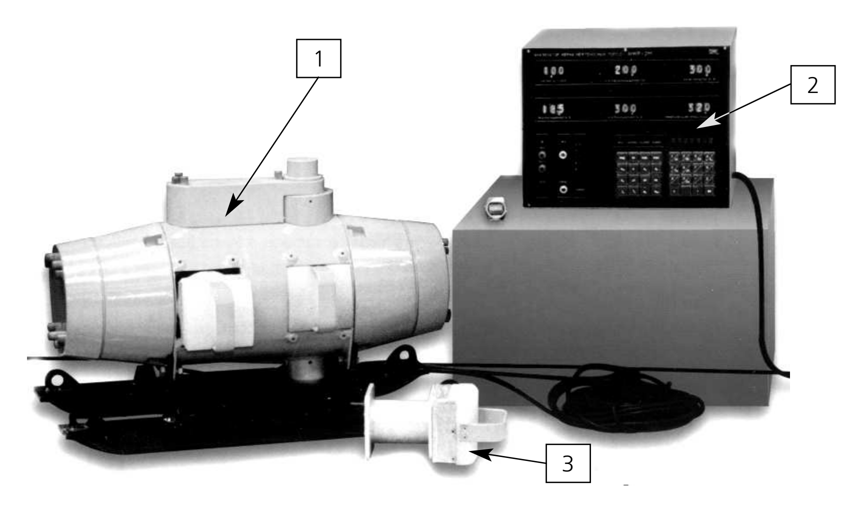


Рис. 5. *Общий вид анализатора (влагомера - плотномера - концентратомера) кернов нефтеносных пород АНКР-2М: 1) измерительный блок; 2) пульт; 3) контейнер с керном*

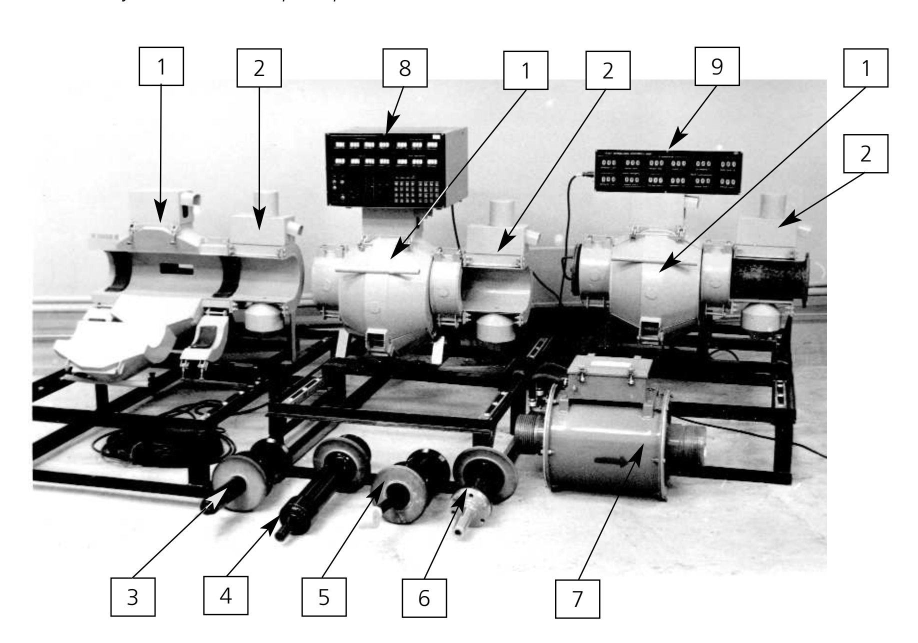


Рис. 6. *Общий вид комплекса технических средств экспрессного контроля параметров буровых растворов КИБР: 1) датчик массовой доли жидкой фазы; 2) датчик плотности; 3) датчик температуры; 4) датчик степени засоленности; 5) датчик удельного сопротивления; 6) датчик вязкости; 7) датчик расхода; 8) основной пульт; 9) табло пульта бурильщика*

Питание от сети переменного тока напряжением 220±22 В и частотой 50±0,5 Гц.

Конструкция измерительного блока анализатора гарантирует радиационную безопасность для обслуживающего персонала.

Нейтронный датчик массовой доли жидкой фазы бурового раствора комплекса КИБР.

Диапазон измерения массовой доли жидкой фазы, % .... 40...100

Основная относительная погрешность, % 1

Диапазон температуры окружающей среды, °С .... -45...+45

Масса датчика, кг .... не более 35

Общие виды влагомеров, анализатора керна АНКР-2М и датчика общего газосодержания комплекса КИБР представлены на рис. 4-6.

Опытные образцы и опытные партии этих приборов были внедрены на различных предприятиях России.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пекарский Г.Ш. Нейтронный радиометрический контроль материалов и изделий. - М. Энергоатомиздат, 1987. - 120 с.
2. Ефимов П.В., Дьяков Ю.Г., Пекарский Г.Ш. Контроль отложений и закупорок в трубопроводах химических производств с помощью нейтронного обнаружителя НО403Т // В кн.: Химическая промышленность. - 1980. - № 9. - С. 47.
3. Безуглов А.И., Пекарский Г.Ш., Плешанов В.С. Радиоизотопный прибор для измерения толщины стальных оболочек // Приборы и техника эксперимента. - 1984. - № 1.
4. Volchenko Ju.A. Proximate absorption Neutron Moisture Meters for Samples of Nonorganic Materials. 7th ECNPT Conference and Exhibition. - Copenhagen 26-29 May 1998.
5. Волченко Ю.А., Безуглов А.И., Клименков Н.П., Тоушканов Ю.К., Числов Н.Н. Комплекс технических средств экспрессного контроля параметров бурового раствора в процессе бурения нефтегазопромысловых и нефтегазоразведочных скважин "КИБР". - В кн.: Неразрушающий контроль и диагностика. Тезисы докладов. Том 1. 15 Российская научн.-техн. конф., Москва, 1999, (28 июня - 2 июля). - С. 165.

УДК 620.179.15